



SAVONIA

6-kerroksisen toimistorakennuksen julkisivusaneeraus

Arttu Väkeväinen

Opinnäytetyö

24.01.2013 Kuopiossa

Ammattikorkeakoulututkinto

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Arttu Väkeväinen			
Työn nimi 6-kerroksisen toimistorakennuksen julkisivusaneeraus			
Päiväys	16.01.2013	Sivumäärä/Liitteet	24 + 62
Ohjaaja(t) Pt. tuntiopettaja Matti Ylikärppä, Lehtori Pasi Haataja			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savon Sellu Oy			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella julkisivusaneeraus Savon Sellu Oy:n kuusi-kerroksiseen toimistorakennukseen ja ruokalaan. Tavoitteena oli saada uusi julkisivurakennatarkaisu, kustannusarvio sekä yleisaikataulu. Tulokset tulisivat toimimaan suuntaa antavina vertailukohtina myöhempää rakennusurakan kilpailutusta varten.</p> <p>Työ aloitettiin selvittämällä mitä tarpeita sekä toiveita toimeksiantajalla oli uutta rakennetta koskien. Vertailurakenteiksi saatiin kolme erilaista rakennetta, joista toimeksiantaja valitsi vertailun perusteella sopivimman. Valinnan perusteena käytettiin lämmöneristävyyttä, hinta-arviota sekä uuden rakenteen kestävyyttä vaativissa tehdasolosuhteissa. Kustannusarvion teossa käytettiin KlaraNet -ohjelmaa ja yleisaikataulua tehtäessä TCM Planner -aikatauluohjelmaa.</p> <p>Tuloksena saatiin toimeksiantajalle valitun seinärakenteen kustannusarvio, joka sisältää vanhan julkisivun purun sekä uuden julkisivun rakentamisen. Työstä saatiin myös tuloksena saneerauksen yleisaikataulu toimeksiantajan käyttöön. Materiaalit ovat hyvä vertailukohta tehtäessä rakennesuunnittelua sekä urakkakilpailua. Työn edetessä huomattiin, kuinka paljon erilaisia ongelmia syntyy korjausrakentamisen suunnittelua tehtäessä. Näistä esimerkiksi voidaan pitää vanhojen rakenteiden kunnon tarkastusta, käytettävien korjaustekniikoiden selvitystä sekä aikataulutusta. Osa näistä ongelmista saadaan ratkaistua vasta varsinaista korjausta tehtäessä.</p>			
Avainsanat Julkisivusaneeraus, kustannusarvio			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme In Construction Engineering			
Author(s) Arttu Väkeväinen			
Title of Thesis Renovation of a Six-Storey-High Office Building			
Date	16 January 2013	Pages/Appendices	24 + 62
Supervisor(s) Mr Matti Ylikärppä, Lecturer Mr Pasi Haataja, Lecturer			
Client Organisation/Partners Savon Sellu Oy			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to design a façade renovation for a six-storey-high office building and a cafeteria. The project was commissioned by Savon Sellu Oy in Kuopio. More closely the aim was to design a new façade structure, to make a cost estimate and an overall timetable. The results would be used as a baseline for the contracts in the future.</p> <p>The work began by listening the employer`s needs concerning the new façade structure. After that the three different structures for comparison were chosen. From these options the employer chose the best alternative. The criteria for the choice were good thermal insulation, the cost estimate and the strength of the new structure in the factory environment. The cost estimate was made by using KlaraNet -program and thermal insulation was made with DOFLämpö-program.</p> <p>As a result of this thesis, the baseline for the façade renovation was created including a new façade structure, a cost estimate and an overall timetable for the renovation. When making the thesis the problems concerning renovation appeared. For example the cost estimate can be changed depending on the condition of the old structure.</p>			
Keywords Façade renovation, cost estimate			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	6
2	TAUSTATIEDOT	7
2.1	Savon Sellu Oy	7
2.2	Saneerattava toimistorakennus	8
3	VANHAN JULKISIVURAKENTEEEN PURKU	9
4	UUSI JULKISIVURAKENNE	10
4.1	Vaihtoehtoisten rakenteiden esittely	10
4.2	Julkisivurakenteiden vertailu ja valinta	12
4.2.1	U-arvot	12
4.2.2	Kustannusarviot	15
4.2.3	Käyttöikä	16
4.2.4	Rakenteen valinta	17
5	KUSTANNUSLASKENTA.....	18
6	AIKATAULU	20
7	TAVOITTEIDEN TÄYTTYMINEN	23
	LÄHTEET	24

LIITTEET

Liite 1 Vaihtoehtojen kustannusarviot

Liite 2 JuKo 5.0 vertailutaulukko

Liite 3 Yleisaikataulu

LIITTEET ON JÄTETTY JULKAISEMATTA

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe tuli esille kesällä 2012 työskennellessäni Savon Sellu Oy:ssä rakennusmestari Juha Niskasen sijaisena. Olimme alkukesästä puhuneet toimistorakennuksen julkisivun saneeraustarpeesta. Minulle ehdotettiin, että tekisin vertailun muutamasta rakennevaihtoehdosta, kustannusarvion ja yleisaikataulun hankkeelle. Kaikki tulokset olisivat suuntaa antavia ja varsinaiset hinnat ja muut detaljit tekisi erillinen suunnittelutoimisto sekä tuleva urakoitsija.

Toimistorakennukseen pitäisi tehdä kattava perussaneeraus, mutta opinnäytetyöni rajattiin vain julkisivusaneeraukseen. Työssä on tarkoitus vertailla rakenteiden lämmöneristävyyttä, hintoja sekä kestävyyttä. Yhtenä tärkeänä ominaisuutena uudessa rakenteessa on palonkestovaatimukset sekä rakenteen sopivuus tehdasympäristöön. Samalla arvioidaan rakenteen käyttöikää ja tehdään koko saneerauksesta yleisaikataulu. Kustannuslaskenta tehdään KlaraNet –ohjelmalla, aikataulutusta TCMPlanner –ohjelmalla ja vertailtavien rakenteiden valinta tehdään yhteistyössä tilaajan kanssa.

Tuloksena Savon Sellu toivoo kustannusarviota, toimivaa rakenneratkaisua ja yleisaikataulua. Käytettävä rakenne ei välttämättä ole halvin, vaan sellainen mikä sopii käytettävään kohteeseen. Valitun rakenteen kustannuslaskenta tarkastellaan opinnäytetyössä. Aiheena julkisivusaneeraus on ajankohtainen, koska Suomen rakennuskanta vanhenee kovaa vauhtia.

2 TAUSTATIEDOT

2.1 Savon Sellu Oy

Savon Sellu Oy tuottaa koivukuidusta valmistettua puolikemiallista aallotuskartonkia. Kartonkia käytetään ensisijaisesti hedelmä- ja vihanneslaatikoiden valmistukseen, sekä lujuutta vaativiin pakkauksiin, kuten koneen osien ja elektroniikan pakkaamiseen. Tehdas on perustettu vuonna 1968 ja siellä on yksi kartonkikone. Tehtaan tuotantokapasiteetti on noin 300 000 tonnia kartonkia vuodessa ja tehtaalla työskentelee vakituisesti noin 180 henkilöä. Myyntialueina tehtaan tuotteella on pääosin Eurooppa ja Etelä-Amerikka. Dermot Smurfitin johtama Powerflute Ltd osti tehtaan M-realilta vuonna 2005, mutta tehdas toimii itsenäisenä tytäryhtiönä. (Powerflute, 2012). Tehtaan alueella toimivat oma voimalaitos, hakettamo ja jätevesipuhdistamo, jotka voi nähdä kuvassa 1.



Kuva 1. Tehdasalue. Kuva Savon Sellu Oy. Lupa kuvan käyttöön saatu

2.2 Saneerattava toimistorakennus

Saneerattava 6-kerroksinen toimistorakennus on rakennettu vuonna 1968 ja se on tehdasrakennuksen yhteydessä. Toimistotiloissa työskentelee tehtaan omat työntekijät sekä vuokralaisena Harvestia. Toimistorakennuksessa on julkisivupinta-alaa noin 1 700 m², joista mineriittilevypintaa on 1 040 m² ja loput ovat ikkuna- tai sokkelipinta-alaa. Ikkunoita rakennuksessa on yli 200 kpl ja ne eivät ole vakiomittaisia. Ikkunat tilataan kuitenkin vakiomitoilla, jolloin ikkunoiden välit pellitetään ja eristetään. Rakennuksessa on myös uusittava pääsisäänkäynnin katos, takaovi ja neljä parvekettä. Sokkelille tehdään vain paikkaus ja maalaus. Katon uusintaa ei oteta laskelmiin mukaan, mutta räystäiden liitos ulkoseinään lasketaan. Julkisivu on tehty mineriittilevystä, joka sisältää asbestia. Levyt ovat tummuneet ja likaiset, kuten kuva 2 osoittaa.

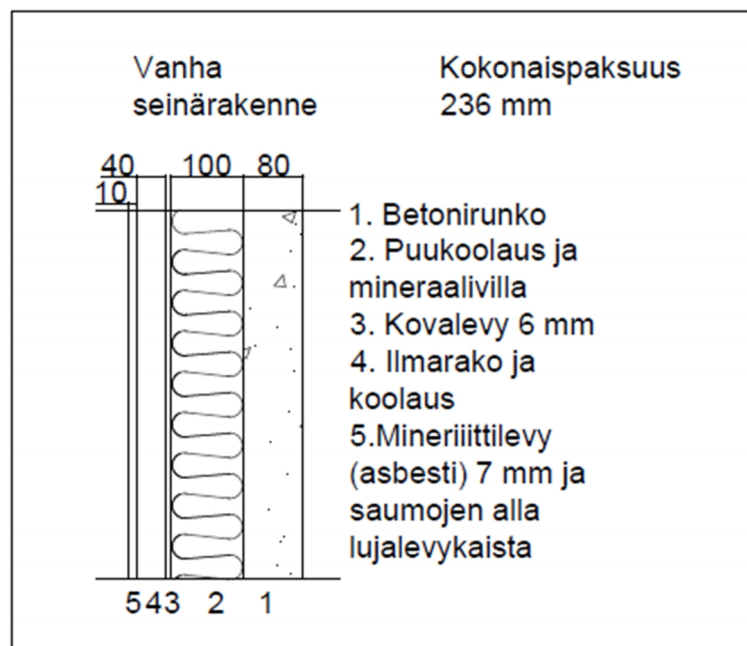


Kuva 2. Toimistorakennuksen julkisivu luoteeseen. Kuva Arttu Väkeväinen

3 VANHAN JULKISIVURAKENTEN PURKU

Saneeraus tehdään julkisivu kerrallaan. Ennen purun alkua tehdään telineet tai vuokrataan työlavat. Valtuutettu asbestipurkufirma purkaa ensiksi asbestia sisältävät mineriittilevyt. Tämän jälkeen urakoitsija aloittaa puurakenteiden ja villan purkamisen seinästä. Ikkunat puretaan samalle kertaa pois rakenteineen. Tämän jälkeen seinä puhdistetaan ja käsitellään homeenestoaineella.

Vanhaa seinärakennetta ei ole aukaistu, joten rungon kuntoa ei ole määritelty. Rungon kunto vaikuttaa muun muassa homekäsittelyyn ja mahdollisiin tasoitetöihin. Purkutyön yhteydessä nähdään, kuinka paljon tuulensuojakerroksessa on käytetty pelkkää paperia tai kovalevyä. Kuvassa 3 on nähtävissä vanha seinärakenne, joka on sisältä ulospäin: betonirunko, puukoolaus ja villa, kovalevy, koolaus ja ilmarako sekä viimeisenä mineriittilevyt, joiden saumojen takana on lujalevykaistaleet.



Kuva 3. Vanha seinärakenne. Kuva Arttu Väkeväinen

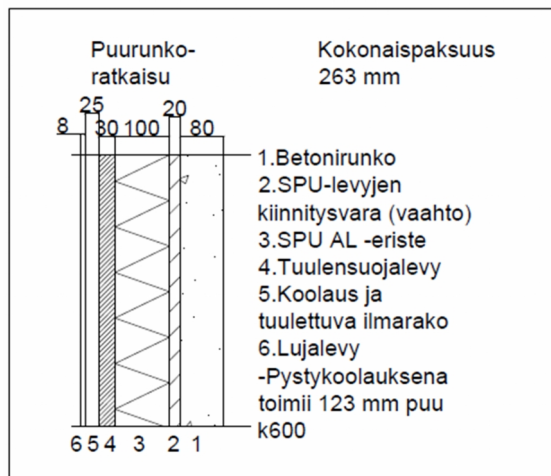
4 UUSI JULKISIVURAKENNE

4.1 Vaihtoehtoisten rakenteiden esittely

Tähän toimistorakennukseen mietittiin julkisivurakenteeksi kolmea eri ratkaisua. Ratkaisuja pohdittiin yhdessä Savon Sellun rakennusmestarin Juha Niskasen ja Savonia ammattikorkeakoulun tuntiopettaja Matti Ylikärpän kanssa. Vaihtoehdot päätettiin lopullisesti aloituspalaverissa 10.10.2012. Kaikissa vaihtoehdoissa on samanlaiset purku- ja pohjatyöt ennen uutta rakennetta, sekä samanlaiset ikkunat ja ovet. Ikkunat ja ovet ovat lämmöneristävyydeltään, eli u-arvoltaan, $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja hinnoiteltu tarjouksen mukaisesti. Korjausrakentamisessa ei varsinaisesti ole määriteltä uuden ikkunan u-arvoa, mutta vuonna 2013 voimaan tulevan määräyksen mukaan uudisrakennuksen ikkunan u-arvo tulisi olla vähintään $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja vanhan ikkunan lämmönpiävyyttä tulisi parantaa. (Ympäristöministeriö, 2012.)

Vaihtoehtoiset rakenteet on pyritty pitämään saman paksuisena kuin vanha rakenne. Paloluokan tulee olla P2 (RakMK E1. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011, 2011), mutta ottaen huomioon rakennuksen olevan kiinni tuotantotiloissa pyrimme tekemään P1 -luokan rakenteen.

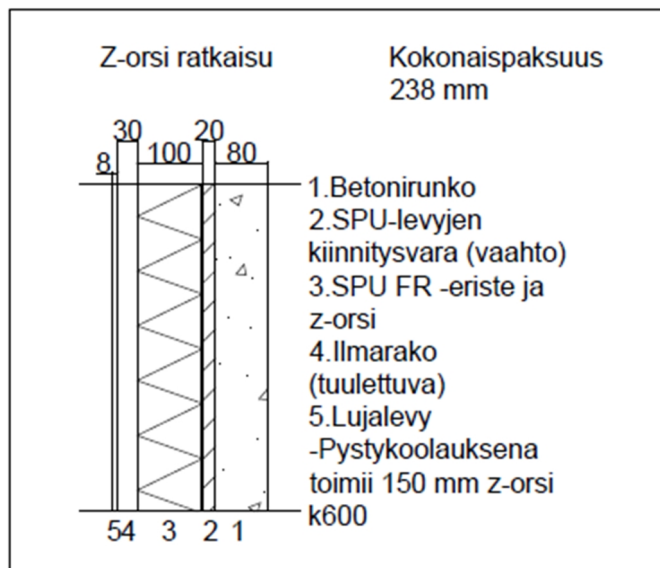
Ensimmäisenä vaihtoehtona oli paikalla tehty puurunkoinen rakenne. Rakenteessa on puinen runkokoolaus $123 \times 50 \text{ mm}$ ja SPU AL -eriste 100 mm , tuulensuoja mineraalivilla 30 mm , koolaus $25 \times 50 \text{ mm}$ ja ilmarako sekä kuitusementtilevy 8 mm , kuten kuvasta 4 käy ilmi. SPU AL ja puukoolaus tarvitsevat tässä rakenteessa 30 mm :n tuulensuojalevyn palosuojana. Hinnaltaan puurunkoinen rakenne on kallein vaihtoehto ja tämä johtuu suurimmaksi osaksi lisääntyneistä työkustannuksista.



Kuva 4. Uusi puurunkoinen rakenne.

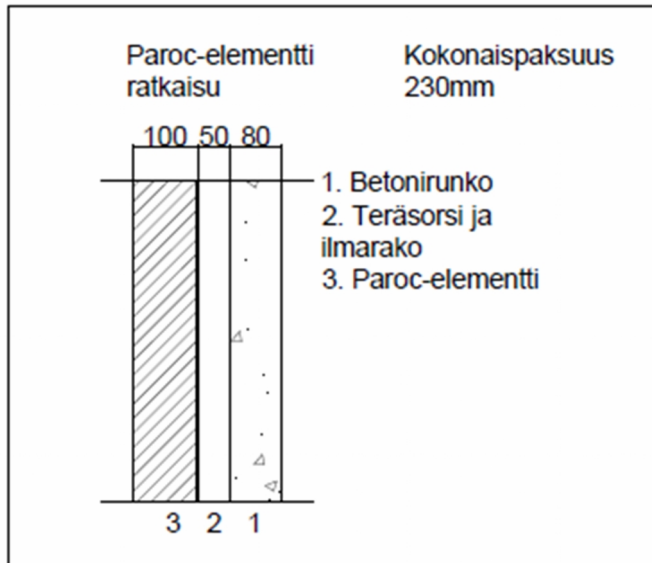
Kuva Arttu Väkeväinen

Toisena vaihtoehtona oli metallinen z-orsirunko 150 mm, SPU FR -eriste 100 mm, ilmarako 30 mm sekä kuitusementtilevy 8 mm, kuten kuvasta 5 käy ilmi. SPU FR -eristettä voidaan suoraan käyttää P1-palonkestoluokan rakennuksissa, jolloin tuulensuojalevyä ei tarvita. Ikkunoiden rungot tehdään mahdollisuuksien mukaan z-orresta tai puusta. Z-orsien vahvuus selviää vasta rakennesuunnittelussa.



Kuva 5. Z-orsirakenne. Kuva Arttu Väkeväinen

Kolmantena vaihtoehtona oli Paroc-elementeistä tehty rakenne. Metalliorret ovat vahvuudeltaan 50 mm ja Paroc-elementit asennetaan orsiin kiinni. Paroc-elementtien orsien vahvuus on arvioitu 50 mm:ksi. Tarvittava vahvuus selviää vasta rakennelaskelmista. Kuvasta 6 ilmenee rakennekerroksien paksuudet.



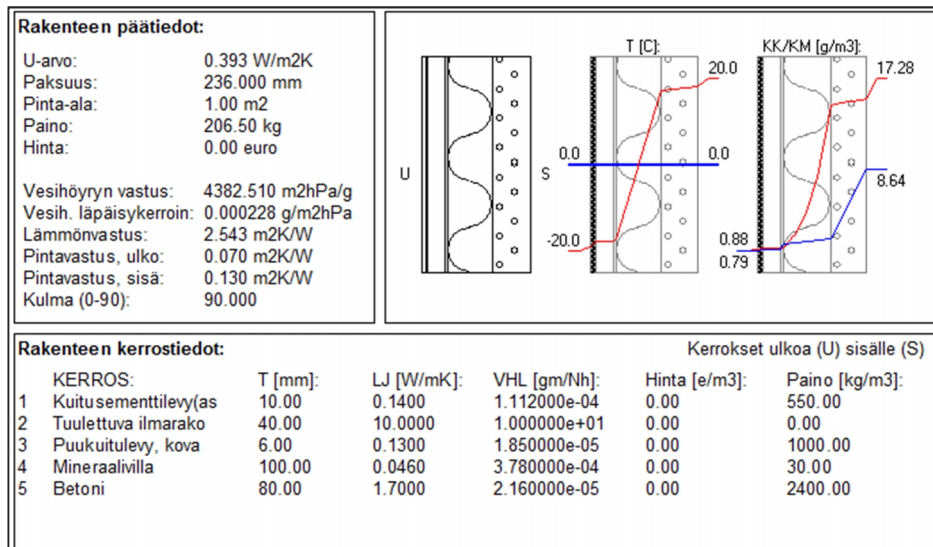
Kuva 6. Paroc-elementtirakenne.

Kuva Arttu Väkeväinen

4.2 Julkisivurakenteiden vertailu ja valinta

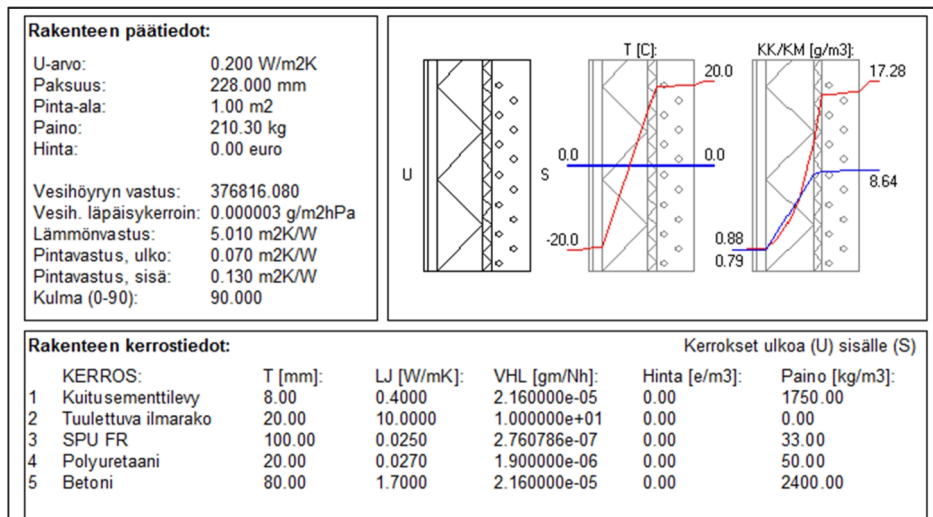
4.2.1 U-arvot

Rakenteiden u-arvo laskelmat on tehty DOF-Lämpö -ohjelmalla. Vertailuna käytettiin vanhan rakenteen u-arvoa $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Arvo on vielä ohjelman antamaa arvoa suurempi, koska ohjelma ei ota huomioon rakenteen puukoolausta. Vanhassa seinässä on käytetty tuulensuojana sekä paperia että kovalevyä. Laskelmaan on valittu kovalevy. Kuvassa 7 näkyy vanhan rakenteen eri materiaalikerrokset.



Kuva 7. Vanhan rakenteen u-arvolaskelma. Kuva Arttu Väkeväinen

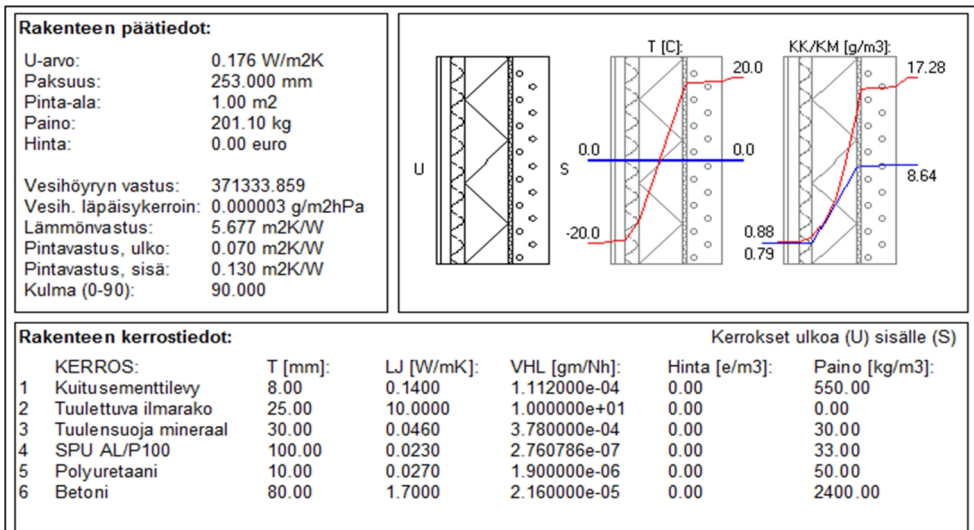
Z-orsirakenteen u-arvoksi saatiin 0,2 W/m²K. Ohjelma ei ottanut huomioon ollenkaan z-orsia, mutta koska orret ovat vain muutamia millimetrejä paksuja ne eivät vaikuta juurikaan u-arvoon. Laskelmassa otettiin huomioon SPU FR -levyjen takana kiinnityksessä käytettävä uretaanivahto, kuten kuvassa 8 näkyy.



Kuva 8. Z-orsen u-arvolaskelma. Kuva Arttu Väkeväinen

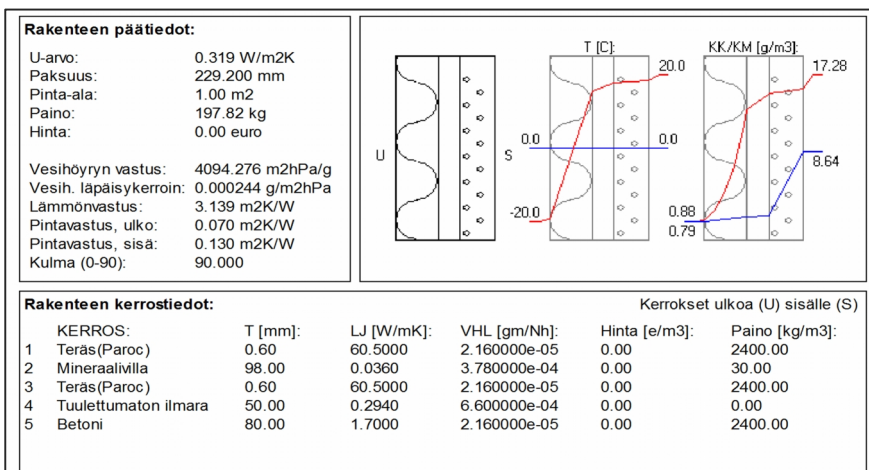
Uuden puurunkorakenteen u-arvo 0,176 W/m²K muodostuu paremmaksi kuin z-orsiratkaisun. Syynä tähän on SPU AL -eristeen parempi lamda-arvo verrattuna SPU FR -eristeeseen. Lisäksi palonkeston vuoksi laitettava 30 mm:n tuulensuojalevy parantaa rakenteen u-arvoa. Paloluokkana tässä rakenteessa on P2. Ohjelma ei kuiten-

kaan ota huomioon puukoolauksen (k600) merkitystä, kuten kuvassa 9 näkyy. Tämä arvion mukaan huonontaa rakenteen u-arvoa noin $0,02 \text{ W/m}^2\text{K}$, jolloin se on z-orsirakenteen kanssa hyvin samanarvoinen.



Kuva 9. Uuden puurunkorakenteen u-arvolaskelma. Kuva Arttu Väkeväinen

Paroc-elementtiratkaisun u-arvo jää muita huonommaksi, koska elementissä käytetään mineraalivillaa SPU-eristeen sijasta. Elementtiä pitäisi paksuntaa, jotta saavutetaisiin samat u-arvot kuin muilla. Kuvassa 10 näkyy elementtirakenteen u-arvo $0,319 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja rakenteen materiaalien paksuus. Rakennesuunnittelun jälkeen u-arvo muuttuu, jos orsien rakenne tai elementtien paksuus muuttuvat.



Kuva 10. Paroc-elementin u-arvolaskelma. Kuva Arttu Väkeväinen

Vertailun perusteella z-orsirakenteen u-arvo on paras, kun otetaan huomioon Dof-lämpö-ohjelman antamien arvojen tarkkuus.

4.2.2 Kustannusarviot

Kustannusarviot tehtiin jokaiselle vaihtoehdolle KlaraNet- ohjelmalla. Tilaajalle luovutettiin kaikkien rakennevaihtoehtojen hinta-arviot KlaraNet-tiedostona, jotta niitä voitaisiin tarvittaessa muuttaa ja materiaalien hintoja päivittää. KlaraNet-ohjelman antaman hinta-arvioon on lisätty työmaakustannukset 12 % ja arvioitu urakoitsijan kate 15 %. Kaikissa arvioissa on sama ikkunatarjous ja rakennesuunnittelun kustannus. Hinta-arviot ovat arvonlisäverottomia. Rakennuskustannukset nousivat vuonna 2012 1,9 % (Tilastokeskus). Näin ollen voidaan arvioida rakentamisen vuosittaiseksi kustannusnousuvaraukseksi noin 2 %.

Z-orsiratkaisun hinnaksi muodostui 402 500 €. Laskelmassa on arvioitu 600 mm:n jaolla olevat z-orret, joiden hintaan vaikuttaa orsien koko ja pintakäsittely paloluokituksen saavuttamiseksi. Laskelmassa on pyritty ottamaan huomioon kaikki työ- ja materiaalikustannukset. Eristeenä toimivan SPU FR:n hinta on arvio, sillä tuote tulee vasta varsinaisesti myyntiin vuonna 2013. Julkisivulevynä käytettävän kuitusementtilevyn hintaan vaikuttaa levyn paksuus sekä väri tai pinnoitus. Laskelmassa käytettiin 8 mm paksua normaalia kuitusementtilevyä.

Puurunkoisen rakenteen hinnaksi muodostui 415 500 €. Puurunkoisen rakenteen hintaa nostaa palosuojauksen vuoksi laitettava 30 mm:n tuulensuojalevy asennuksiin. Levy suojaa SPU AL -eristettä sekä puurunkoa. Lisäkustannuksia tuo vielä väliskoolaus, joka joudutaan tekemään tuulensuojalevyn päälle ilmaraon ja kuitusementtilevyjen vuoksi. Muuten purkutyöt sekä julkisivulevytykset ovat samat kuin z-orsiratkaisussa.

Paroc-elementtiratkaisu oli 349 000 €. Laskennasta puuttuu mahdollisen uuden sokkelin ja anturan valaminen, koska ei ole varmuutta tarvitseeko niitä rakentaa. Metallielementtiratkaisun kustannuksia tulisi nostamaan elementtien paksuuden lisääminen ja pinnoitteen parantaminen. Paksuutta jouduttaisiin lisäämään, jotta päästäisiin pa-

rempaan lämmöneristävyyteen. Pinnoitteena tulisi olla vähintään polttomaalaus, jotta elementit kestäisivät tehdasympäristössä.

4.2.3 Käyttöikä

Käyttöiän tutkimiseen on käytetty Rakennustietoa (RT 18-10922 Kiinteistöjen tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot 2008) ja Martti Hekkasen tekemää JuKo 5.0 vertailutaulukkoa (Liite 2). Käyttöikävertailussa otetaan huomioon rakenteen suunniteltu käyttöikä, huoltokustannukset sekä rakentamiskustannukset. Toimistorakennuksen rasisluokka on vaikein, eli 1 luokka, ja tarkasteltava pintamateriaali on kuitusementtilevy tai metallijulkisivu. Vertailuissa on käytetty 40 vuoden käyttöikä jaksoa.

Lujalevyypintaisen z-orsirakenteen sekä puurunkoisen rakenteen käyttöikäodotus on 40 vuotta ja huoltotoimenpiteenä on levyjen ruuvien kiristys, rikkoutuneiden levyjen vaihto sekä julkisivujen huoltomaalaus, joka suositellaan tehtäväksi 20 vuoden välein. Tarkistukset ja levyjen kiristys tulisi tehdä 5 vuoden välein, mutta uskon että 10 vuoden jaksot tulevat toteutumaan. (RT 18-10922 Kiinteistöjen tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot 2008.) Huoltokustannukset on arvioitu Rakennustiedon ja omien arvioiden mukaan noin 11 000 €/ksi. (Rakennusosien kustannuksia 2012) Arvioon kuuluu levyjen kiristys 10 vuoden välein ja huoltomaalaus 20 vuoden välein. Levyjen rikkoutumista ei ole laskettu. Puurunkoinen rakenne on kuitenkin alttiimpi kosteudelle kuin z-orsinen rakenne.

Käyttöikäodotus metallikuoriselle julkisivurakenteelle näissä olosuhteissa olisi 30 vuotta. Käyttöiän aikana julkisivu tulisi huoltomaalata ainakin kerran ja tällöin vaurioituneet kohdat elementeistä tulee hiekkapuhaltaa tai muulla tavoin korjata ennen maalausta. Tämä lisää huomattavasti maalauksen kustannuksia. Elementtien kiinnitys tulisi tarkastaa 5-10 vuoden välein. Huoltokustannukset on laskettu KorjausKlاران ja omien arvioiden pohjalta noin 15 000 €/ksi. (Korjaus-Klara 6)

Tarkastelussa käytetyn JuKo 5.0 -pohjan mukaan käyttöiän perusteella halvin ratkaisu on z-orsirakenne. Tämän laskelma on vain suuntaa antava ja sitä tarkastellessa tulee ottaa huomioon, että Paroc-elementtiratkaisu tulee uusia jo 30 vuoden jälkeen. Tämän vuoksi se on ylivoimaisesti kallein vaihtoehto. Kuitusementtilevy rakenteiden

käyttöikä odotus on 40 vuotta. Näiden vertailujen pohjalta on kannattavinta valita kuitusementtilevypintaisten vaihtoehtojen väliltä.

4.2.4 Rakenteen valinta

Vertailussa käytettiin u-arvoja, hintaa, kestävyyttä, P1-luokan palokestävyyttä sekä rakenteen sopivuutta tehdasympäristöön. Uutta rakennetta ei haluttu tehdä paksumaksi kuin vanha rakenne oli. Rakenteen valinnassa käytettiin edellä mainittuja kriteereitä, mutta toimeksiantajan tarpeet olivat viime kädessä ratkaiseva tekijä.

Vertailun ja toimeksiantajan tarpeiden perusteella uudeksi rakenteeksi valittiin z-orsirunkoinen ja kuitusementtilevypintainen julkisivuvaihtoehto. Valinnan perusteena olivat toimeksiantajan halu käyttää metallirunkoa, rakenteen kuitusementtilevyn hyvä kesto tehdasympäristössä sekä P1-paloluokan täyttyminen. Rakenteesta täytyy muistaa metalliorsien pinnoittaminen sekä ikkunarakenteiden oikea tiivistäminen palovaatimusten täyttymiseksi. Hinnan puolesta puu- ja metallirunkoisen vaihtoehtojen välille ei tule merkittävää eroa. Metallisen elementtiratkaisun hinta oli huomattavasti alhaisempi kuin muiden vaihtoehtojen, mutta sen käyttöikä sekä toimeksiantajan toiveiden takia sitä ei valittu.

5 KUSTANNUSLASKENTA

Kustannuslaskenta tehtiin jo vertailuvaiheessa kaikille vaihtoehdoille. Kalleimmaksi muodostui puurakenteiden ratkaisu, toiseksi kallein oli z-orsiratkaisu ja edullisin oli metallielementtiratkaisu. Kustannuslaskennassa käytettiin KlaraNet -ohjelmaa, koska samainen ohjelma on myös toimeksiantajan käytössä. Tällöin laskelmien päivitys ja selaaminen on helppoa. Laskennassa käytettiin pääasiassa Klaran omaa hinnastoa, mutta joitakin hintoja päivitettiin omien arvioiden sekä valmistajien hintojen mukaisesti. Työkustannuksia arvioitiin Ratu-tietokannan avulla. Kustannusarvioon lisättiin myös tuotteiden hukat omien arvioiden ja Ratun arvojen avulla. Työaikahukat otetaan huomioon yleisaikataulun teossa. Kustannuslaskenta on tietysti suuntaa antava ja kustannukset tarkentuvat vasta, kun urakoitsija tekee tarjouksensa. Vertailun valmistutua ja käytettävän rakenteen valinnan jälkeen kustannuslaskentaa tarkennettiin.

Kustannuslaskennassa käytettiin tietyissä osin valmistajilta pyydettyjä hintoja. Esimerkiksi kuitusementtilevyjen kiinnitystarvikkeet, SPU FR -levyjen hinnat sekä ikkuna- ja ovitarjous kokonaisuudessaan ovat valmistajien antamia hintoja.

Z-orsi ratkaisun kustannusarvio alkoi telinetöiden laskennalla. Telineiden tekemisen, purkamisen ja vuokran menekki saatiin Ratu:sta ja hinta arviot KlaraNet -ohjelmasta. Telineistöille tuli kaikkineen hintaa 39 €/m². Purkutyö alkaa asbestityön laskennalla, joka arvioitiin itse. Asbestityön kustannuksia laskee alas se, että levyt puretaan ehjäänä pusseihin. Näin ollen kevyempi suojarustus riittää, eikä ulkoilmassa tapahtuvaa purkua tarvitse suojata. (Ratu 82-0347 Asbestia sisältävien rakenteiden purku, 2009) Asbestipurun hinnaksi arvioitiin näin ollen 7,56 €/m². Asbestipurun jälkeen tapahtuu vanhojen tuulensuojapapereiden, villojen ja puukoolausten purku. Normaalin purkutyön menekki ja hinnat laskettiin seuraavaksi ja yhteishinnaksi muodostui 9,31 €/m². (Ratu KI-6017 Rakennustöiden menekit 2010)(laita vielä klara) Ikkunoiden purun hinta oli 33 €/m² (Korjaus-Klara 6). Kun purkutyö on valmista, niin seinä käsitellään homeenestoaineella 3 €/m². Uuden rakenteen z-orret arvioitiin 150 leveiksi ja 2,5 mm paksuiksi. Tarkemmat mitat saadaan vasta rakennesuunnittelun perusteella. SPU FR -eristeen hinta saatiin suoraan varmistajalta. Eristeen hinta on arvio, sillä kyseinen eriste tulee myyntiin vasta keväällä 2013 (Kurikka 2012). Lujalevyjen hinta on KlaraNet -ohjelmasta ja kiinnikkeiden hinta on saatu valmistajalta. Työmenekit on itse arvi-

oitu. Näin ollen neliöhinnaksi muodostuu 237 euroa. Uusien ikkunoiden hinnat on suoraan valmistajan tarjouksesta (Tiivi). Lisäksi lisättiin rakennesuunnittelun hinnaksi 4 500 euroa. Pienempiä laskelman osia ei mainita tekstiosassa. Kokonaishinnaksi muodostui, 15 %:n kate ja 12 %:n työmaakustannukset mukaan laskettuna 402 500 €.

Kohteen julkisivusaneerauksen hintaa saadaan alas muun muassa käyttämällä normaalien rakennustelineiden sijasta työlavoja. Työlavojen vuokrahinnat ovat korkeat, mutta ne ovat nopeita asentaa ja niiden avulla pystyy nostamaan rakennusmateriaalit ilman erillistä nostokalustoa. Kohteessa suositellisin käyttämään kahta työlavaa aina yhtä julkisivua kohden. Työlavojen käyttö vähentää myös työntekijöiden ylimääräistä kulkemista telineitä ylös ja alas. Työlavojen käyttö rakennustelineiden sijasta nopeuttaa aikataulua, koska työntekijöiden turha edestakainen kävely jää pois. Lisäksi rakennusmateriaalit pystytään nostamaan aina tarvittaessa lavalla työkohteeseen.

Hinta-arviota nostavia tekijöitä ovat ikkunoiden vaihtaminen parempiin, julkisivulevyjen vaihtaminen paksumpiin tai kokonaan erilaisiin sekä eristekerroksen kasvattaminen ja toimistorakennuksen katon uusiminen. Nykyinen ikkunoiden tarjous koskee u-arvoltaan $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ olevia ikkunoita. Tilaaja voi halutessaan vaihtaa nämä ikkunoihin, joiden u-arvo on $0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$. Tämä toisi säästöä lämmityksessä. Julkisivulevyissä valikoima on suuri. Tilaajan on mahdollista ottaa eripaksuisia, -värisiä ja -muotoisia levyjä. Hinta määräytyy ominaisuuksien mukaisesti. Laskelmat on tehty perus kuitusementtilevyllä. Eristekerrosta on mahdollista kasvattaa noin 10 mm, riippuen z-orren leveydestä. Tämä parantaa hieman seinän u-arvoa ja näin ollen laskee lämmityskustannuksia. Katon ja julkisivun välinen räystäs uusittiin laskelmassa. Siinä ei otettu huomioon koko toimiston kattojen uusimista. Tämä on kuitenkin kannattavaa tehdä samanaikaisesti.

6 AIKATAULU

Yleisaikataulua tehdessä haluttiin selvittää, onnistuuko koko julkisivun remointi kesän aikana, eli noin 5-6 kuukaudessa (Liite 3). Aikataulu tehtiin TocomanPlanner -ohjelmalla, jossa käytetyt pinta-alat laskettiin julkisivukuvista. Työ- ja materiaali-menekit laskettiin Ratun avulla ja menekeissä käytettiin T4 -aikoja, joissa on otettu huomioon viivästyksistä johtuvat lisätunnit (Ratu KI-6017 Rakennustöiden menekit 2010). Menekkejä laskiessa jouduttiin tekemään hankekohtaisia muutoksia, jolloin omat arviomenekit joko lisättiin tai vähennettiin Ratun:n arvoista. Työvaiheiden limitys tehtiin oman arvioinnin perusteella. Yleisaikataulun mukaan saneeraus alkaisi huhtikuussa ja se valmistuisi viimeistään syyskuun lopussa.

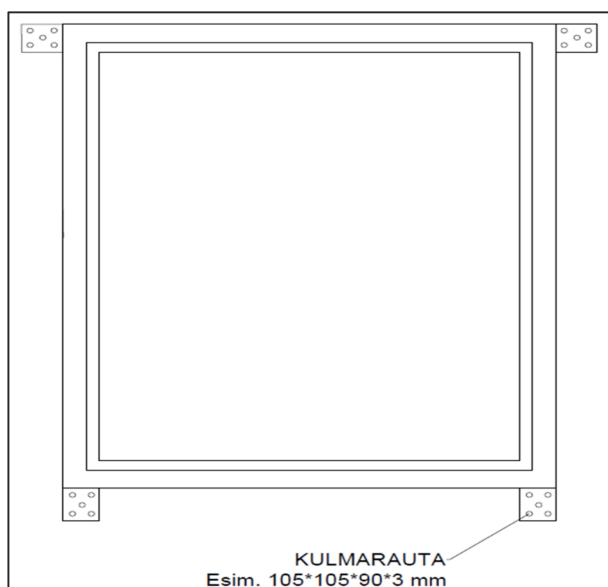
Kohteen yleisaikataulu on jaettu viiteen eri julkisivuun. Jokaisessa julkisivussa on sama aikataulurakenne: telinetyöt, purkutyöt, jonka alatehtävinä on asbesti- ja normaalipurkutyö, ikkunoiden purku, uusien rakenteiden teko, ikkunoiden asennus ja telineiden purku. Tämä työjärjestys pysyy samana jokaisessa julkisivussa koillisesta kaakkoon, tietyin pienin muutoksin julkisivukohtaisesti.

Aikatauluarvioon vaikuttavia tekijöitä on tässä kohteessa monia, kuten käytetäänkö perus telineitä vai työlavoja. Työlavat ovat suunnilleen samanhintaisia kuin telineet, mutta työlavat ovat nopeampia asentaa ja ne helpottavat nostotyöskentelyä. Kohteessa pyritäisiin käyttämään kahta 10 metriä leveää lavaa, joiden nostokyky olisi yhteensä 5 000 kg. Työlavoja käyttäessä työskenneltäisiin kahdessa eri ryhmässä, mikä nopeuttaisi työtä ja vähentäisi työkonekustannuksia. Esimerkkinä tästä voidaan pitää jo purkuvaihetta. Asbestiryhmän saadessa valmiiksi toisen puolen julkisivusta ja siirtyessä toiselle työlavalle niin toinen purkuryhmä voi aloittaa jo normaalin purkutyön asbestivapaalla osiolla julkisivua.

Tämä jaksotus onnistuu myös muissa työvaiheissa, kuten ikkunoiden asennuksessa, julkisivun uuden runkorakenteen teossa sekä pintatöissä. Kun toinen tiimi on tehnyt ensimmäisen työlavan kattavalle alalle z-orsirakenteen ja siirtyy toiselle lavalle niin samaan aikaan pääsee toinen työryhmä aloittamaan SPU -levyn asentamista. Lavojen käytöllä on etuna myös se, että työntekijät pystyvät nostamaan tarvittavat materiaalit itse ylös eikä erillistä nostokalustoa varsinaisesti tarvita. Ikkunoiden asennusta

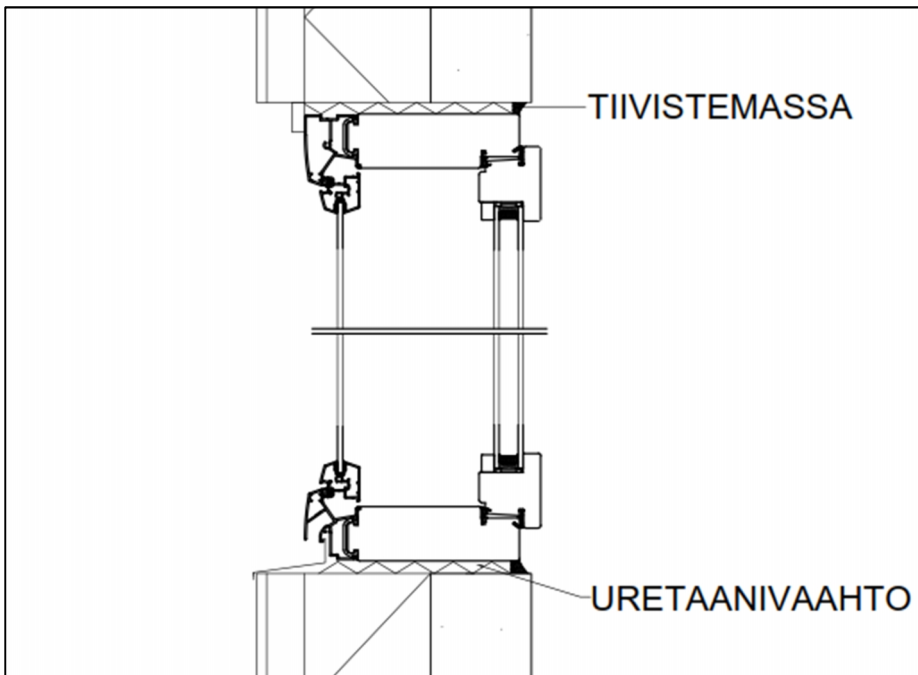
lavat helpottavat myös suuresti koska telineillä oleva ikkuna on helpompi asentaa kuin nostokoneen hihnoissa roikkuva pyörivä ikkuna.

Telineistöiden menekki laskettiin omien arvioiden ja Ratu:n perusteella (Ratu KI-6017 Rakennustöiden menekit 2010). Telineistöiden valmistuttua voidaan asbestipurku aloittaa. Asbesti purun menekki laskettiin (Ratu 11-0247 Raivaus ja purku 2002) perusteella sekä lisäämällä omat arviot. Asbestipurku on saatava valmiiksi ennen normaalin purkutyön aloittamista. Asbestipurun kestoa lisää levyjen irrottaminen ehjänä ja niiden pussittaminen. Normaalin purkutyön menekki saatiin Ratu:n (Ratu KI-6017 Rakennustöiden menekit 2010) sekä omien arvioiden perusteella. Ikkunoiden purku voidaan aloittaa jo ennen seinärakenteiden purun valmistumista (Ratu KI-6017 Rakennustöiden menekit 2010). Telineitä käytettäessä tämä toteutetaan koneen avulla, mutta työlavoilla työskennellessä erillistä nosturia ei tarvita. Kun ikkunat ja muut purut ovat valmiit, niin betonipinnat käsitellään homeenestoaineella. Tämän jälkeen aloitetaan z-orsien asennus. Asennuksen yhteydessä z-orren tausta tasoitetaan tai z-orret asetetaan oikeaan korkoon kiiloilla. Ikkunoiden runkorakenteet tehdään käyttämällä joko z-orsilla tai puulla. Uusien ikkunoiden asennus aloitetaan kun muut purkutyöt ovat valmiit ja urakoitsija alkaa purkaa vanhoja ikkunoita. Tällöin ikkunaurakoitsija asentaa aina puretun ikkunan tilalle uuden. Uusi ikkuna tuetaan kantavaan betonirungon varaan kulmarautoilla kuten kuvista 11 ja 12 käy ilmi.



Kuva 11. Havainnekuva ikkunan asennuksesta.

Kuva Arttu Väkeväinen



Kuva 12. Havainnekuva ikkunan asennuksesta. Kuva Arttu Väkeväinen

Kun ikkunat asennetaan kulmaraudoilla betonirunkoon kiinni, niin ennen ikkunoiden asennusta ei tarvitse tehdä varsinaista julkisivun z-orsirunkoa. Uuden julkisivurakenteen valmistuttua ikkunoiden pellitykset voidaan tehdä loppuun. Telineiden siirtäminen aloitetaan seuraavalla julkisivulle. Tämän jälkeen tehdään sokkelin paikkaus ja maalaus sekä räystääsluotto.

7 TAVOITTEIDEN TÄYTTYMINEN

Opinnäytetyössä tavoitteena oli saada Savon Sellu Oy:lle uuden julkisivun rakenneratkaisu, kustannusarvio sekä yleisaikataulu. Toimeksiantajan toiveena oli saada realistinen hinta koko urakalle ja vertailla eri rakenneratkaisujen hintoja. Yleisaikataulusta toivottiin suuntaa antavaa, jotta tarjouksia pyydetessä urakoitsijoilta olisi jo tiedossa hankkeen kokonaiskesto.

Julkisivurakenteen osalta saavutettiin toimeksiantajaa miellyttävä ratkaisu, joka myös täyttää lain vaatimat määräykset paloturvallisuuden osalta. Tarkemmat piirustukset ja ratkaisut tullaan teettämään suunnittelutoimistolla. Tällöin päätetään julkisivun lopullinen ulkonäkö väriyksineen, rakennevahvuudet sekä tarkemmat detaljit.

Kustannuslaskennassa vertailtiin aluksi kolmea eri edellä mainittua vaihtoehtoa, joista toimeksiantajan kanssa valittiin metallinen runkoratkaisu kuitusementtisine julkisivulevyineen. Tätä kustannuslaskentaa tarkennettiin vielä, jotta päästäisiin mahdollisimman lähelle realistista kustannusarviota. Tähän kustannusarvioon on laskettu työmaakustannukset, jotka ovat noin 12 prosenttia sekä urakoitsijan kate, noin 15 prosenttia. Kokonaiskustannukseksi tuli ilman arvonlisäveroa noin 402 500 €.

Yleisaikataulusta tehtiin hyvin yksinkertainen, koska tavoitteena oli saada vain hankkeen kokonaiskesto. Hankkeen kokonaiskestoksi saatiin viisi ja puoli kuukautta. Tällöin urakoitsijalla kuvitellaan olevan työmaalla neljästä kuuteen työmiestä sekä työnjohto. Aliurakoitsijoiden työmiesten määrä on sovitettu aikatauluun sopivaksi ikkunaurakoitsijan kahdesta miehestä aina telineurakoitsijan kahdeksaan mieheen. Aikataulu muuttuu huomattavasti jos telineiden sijasta käytetään työlavoja.

Tavoitteet saavutettiin siis suunnitellusti ja hankkeesta saatiin tarvittavan laaja kuva tulevaa budjettilaskelmaa varten. Tarkemmat suunnitelmat teetetään, kun tiedetään milloin hanke toteutuu.

LÄHTEET

Kurikka, J. 2012. Rakennusinsinööri. SPU Oy. 08.11.2012. Henkilökohtainen tiedonanto

Powerflute Ltd, Savon Sellu Oy:n esittely ja perehdytys asiakirja. Dokumentti yrityksen hallussa.

RakMK E1. Rakennuksen paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011. 2011. Helsinki: Rakennustieto Oy ja Rakennustietosäätiö RTS.

Ratu 11-0247 Raivaus ja purku. 2002. Helsinki: Rakennustieto

Ratu KI-6017 Rakennustöiden menekit 2010. Helsinki: Rakennustieto.

Ratu 82-0347 Asbestia sisältävien rakenteiden purku, 2009. Helsinki: Rakennustieto.

ROK Rakennusosien kustannuksia 2012. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 18-10922 Kiinteistöjen tekniset käyttöiät ja kunnossapito jaksot 2008. Helsinki: Rakennustieto.

Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennuskustannusindeksi [verkkojulkaisu]. ISSN=1795-4282. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 11.1.2013].
Saantitapa: <http://www.stat.fi/til/rki/index.html>

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Luonnos 04.06.2012. [verkkojulkaisu]. Ympäristöministeriö[viitattu: 11.1.2013]. Saatavissa
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=136892&lan=sv>.